

Les plastes ont passé un contrat endo-symbiotique permettant à la  $\zeta$  végétale d'acquérir l'autotrophie, extrêmement convoitée, c'est-à-dire la photosynthèse. Celle-ci est une source intarissable de polymères alimentant le métabolisme des  $\zeta$  eucaryotes. La chlorophylle subit des modifications électrochimiques. Un  $e^-$  à  $\neq$  niveau énergétiques créant une situation inattendue : l'eau se voit oxydé. C'est la photolyse de l'eau.

Les plastes peuvent se diviser. Ils peuvent donner des chromoplastes (*pigments : caroténoïde, ... propriété intéressante utilisé par les omnivores*), des chloroplastes... *Le métabolisme humain a besoin de cette multitude de pigments...* On a aussi les leucoplastes : réserve de glucose  $\alpha 1 - 4$  : stockage de l'é pour la reproduction sexuée.

Les leucoplastes représentent une catégorie de plastes, organites spécifiques des cellules végétales. Contrairement à d'autres plastes tels que les chloroplastes ou les chromoplastes, ils ne sont pas pigmentés.

N'ayant pas de pigments, les leucoplastes ne sont pas verts, ce qui suggère une localisation dans les racines et dans les tissus non photosynthétiques. Ils peuvent se spécialiser pour stocker des réserves d'amidon, de lipides ou de protéines, ils sont alors respectivement appelés amyloplast, oléoplast, ou protéinoplast.

Cependant, dans de nombreux types cellulaires, les leucoplastes n'occupent pas une fonction de stockage, mais sont impliqués dans de nombreuses réactions de biosynthèse essentielles, telles que la synthèse d'acides gras, de nombreux acides aminés, et de composés tétrapyrroles comme les hèmes. En général, les leucoplastes sont de taille inférieure aux chloroplastes et prennent des formes variées, souvent décrites comme amiboïdes. Des réseaux denses de stromules reliant les leucoplastes ont été observés dans les cellules épidermiques des racines, des hypocotyles et des pétales, ainsi que dans des calls et des suspensions de cultures cellulaires de tabac. Dans certains types cellulaires et à certains stades de développement, les leucoplastes sont rassemblés autour du noyau avec des stromules qui s'étendent vers la périphérie cellulaire, comme observé pour les proplastides dans les méristèmes racinaires.

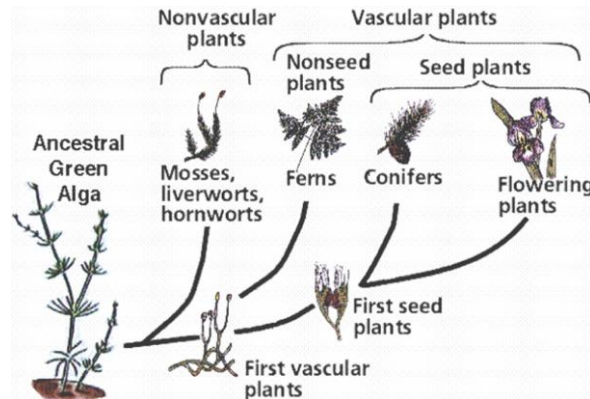
La vacuole aqueuse : très importante, elle contrôle le volume de la  $\zeta$ . C'est une structure extrêmement importante qui permet des mouvements rapides en modifiant la tonicité de son contenu par l'activation de protéine transporteuse active, au travers du tonoplaste. Cela permet une économie d'é pour des effets conséquents.

## Les plantes :

Utilisation des plantes dans le domaine médical : médicaments (*molécules actives*), préparation d'une série de support (*cellulose : tampon, gaz, papiers*).

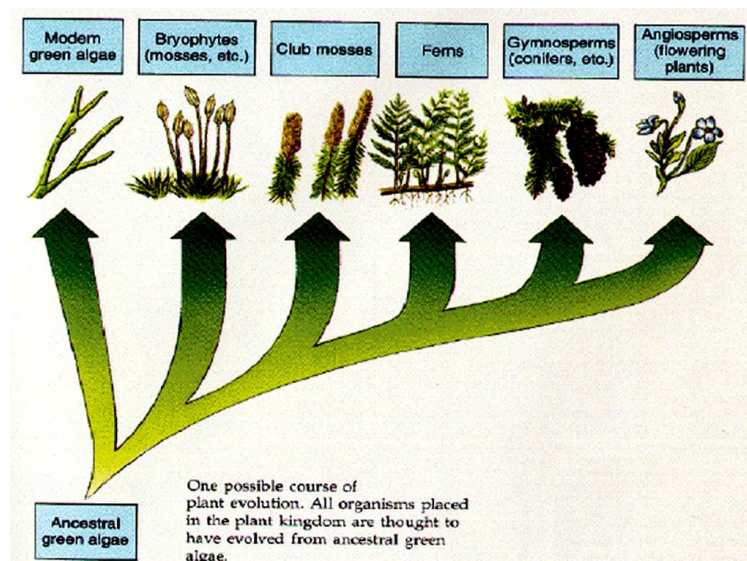
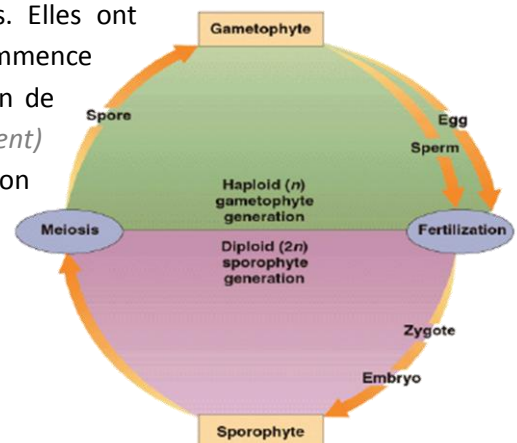
La première plante terrestre est algue sortie de l'eau. Toute une série de difficultés centrées sur la nécessité de prendre de l'indépendance par rapport à l'eau s'est alors présentée. L'eau est le fluide de la vie, il en est le solvant. Au cours de cette évolution des 1<sup>er</sup> végétaux jusqu'aux angiospermes, il y

a eu une évolution du **cycle haplodiplophasique**. Cela mesure la proportion du cycle de vie où l'organisme est sous forme diploïde par rapport à sa version haploïde.



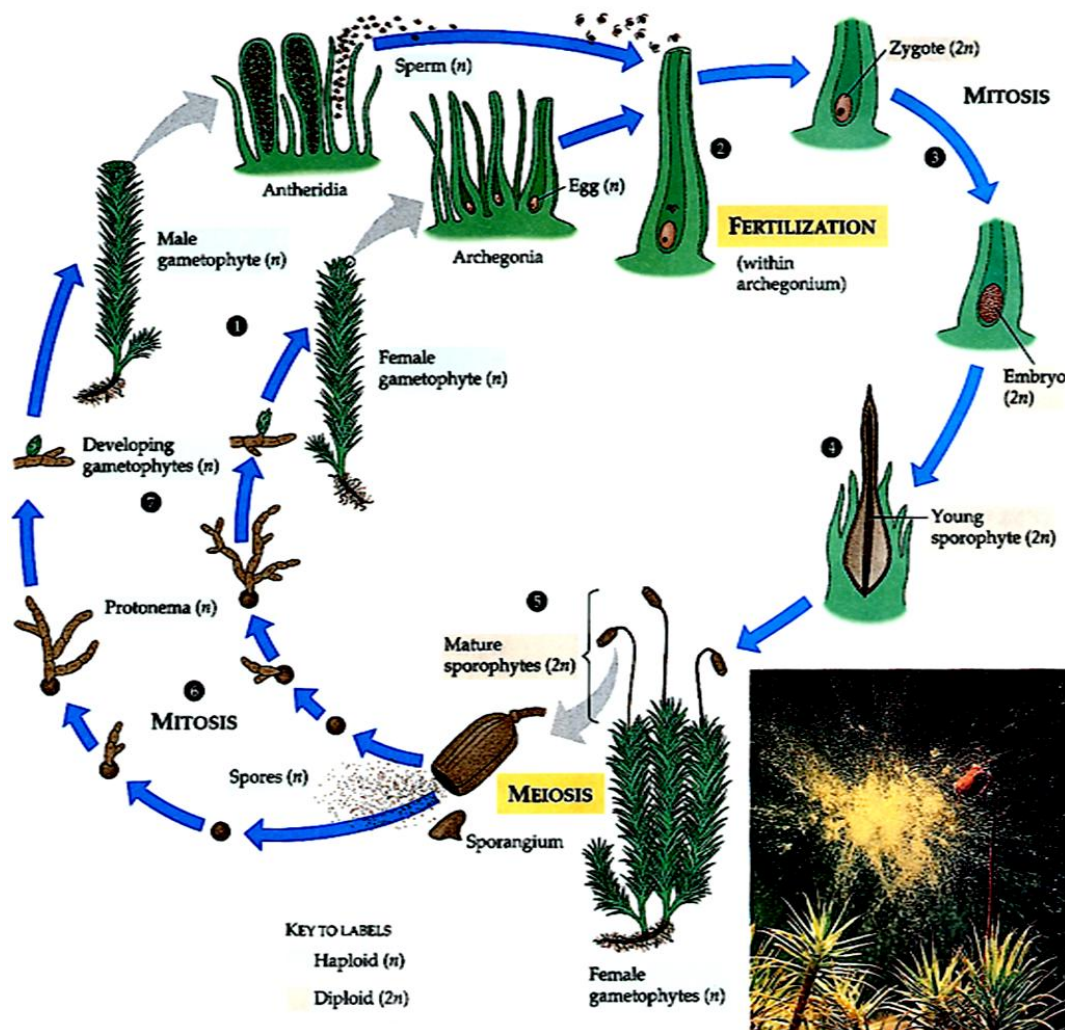
La diploïdie présente un avantage significatif par rapport à la capacité de survie. Le fait d'avoir l'ensemble des gènes en dupliqua permet une survie même si des mutations létales frappant un gène (*codant, par exemple, pour une protéine indispensable pour la survie de la  $\zeta$* ) se produisait. Au cours de l'évolution la diploïdie s'est imposée comme un phénomène extrêmement favorable.

Il y a plus de **300 000** plantes qui sont apparues. Elles ont émergées du milieu aquatique. L'intelligence de la vie commence avec le monde végétal. La photosynthèse a évité l'utilisation de systèmes de mobilisation (*pas de pression de développement*) pourtant, certains végétaux se trouvent à des endroits non atteignables. Une question se pose donc sur le génie de la nature pour permettre aux plantes de coloniser les espaces.



Les bryophytes : les ancêtres des végétaux, existant encore actuellement de manière contemporaine à l'homme. Certains sont beaucoup plus récents que d'autres, ayant traversé les âges et ayant donné naissance à d'autres espèces (*mais qui ont survécu car leur fenêtre écologique a été conservée*).

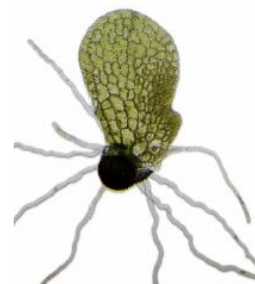
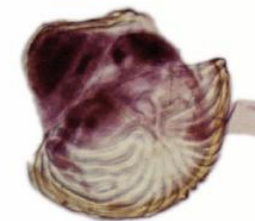
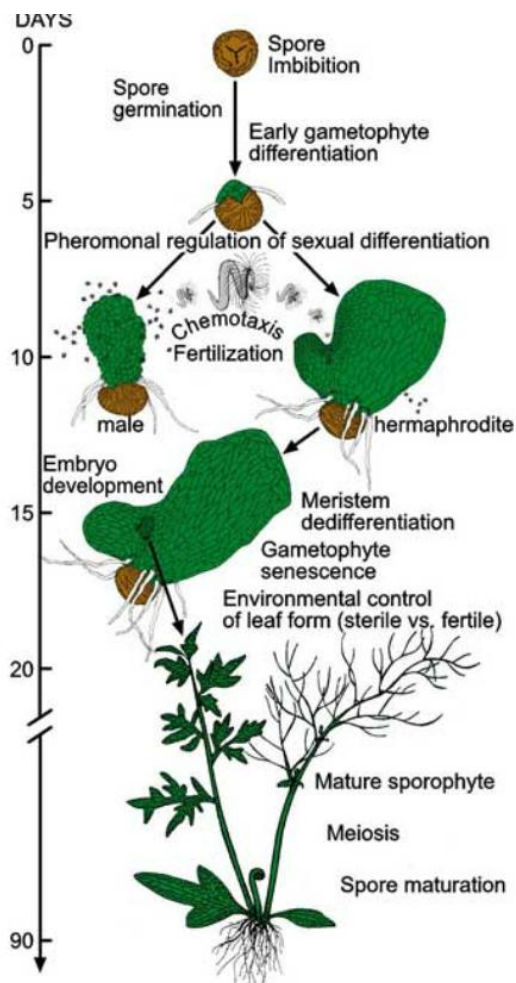
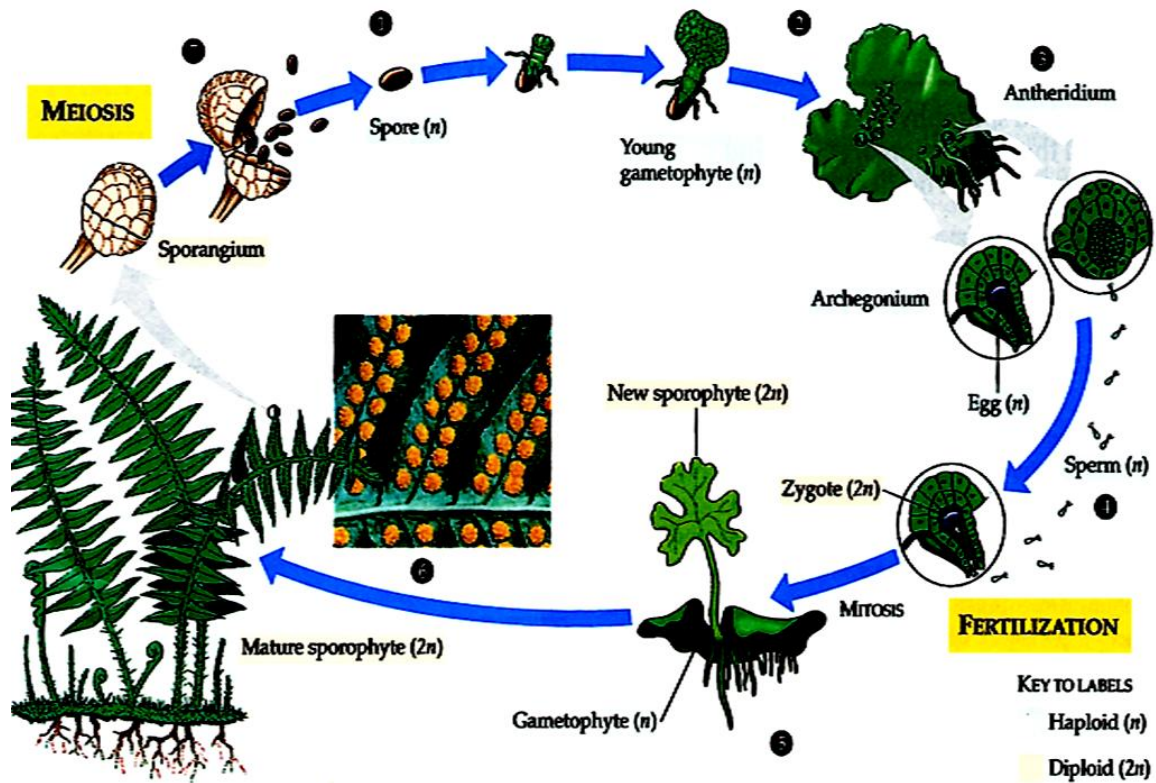
*Bryophytes are small, nonvascular plants that first evolved approximately 500 million years ago. The earliest land plants were most likely bryophytes. Bryophytes lack vascular tissue and have life cycles dominated by the gametophyte phase. The lack of conducting cells limits the size of the plants, generally keeping them under 5 inches high. Roots are absent in bryophytes, instead there are rootlike structures known as rhizoids. The group includes the hornworts, liverworts, and mosses.*



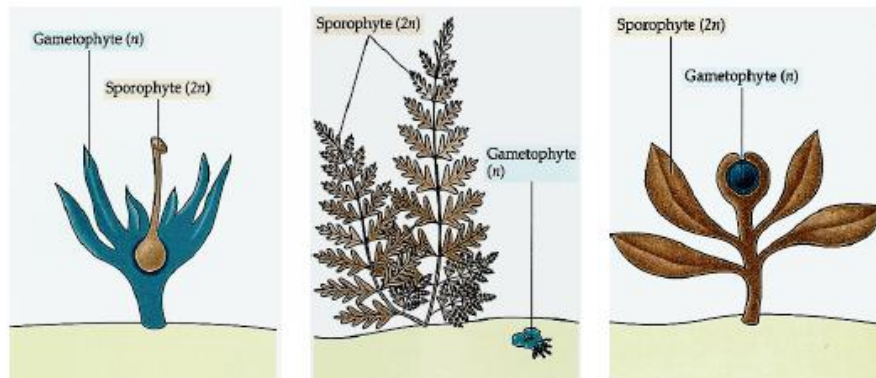
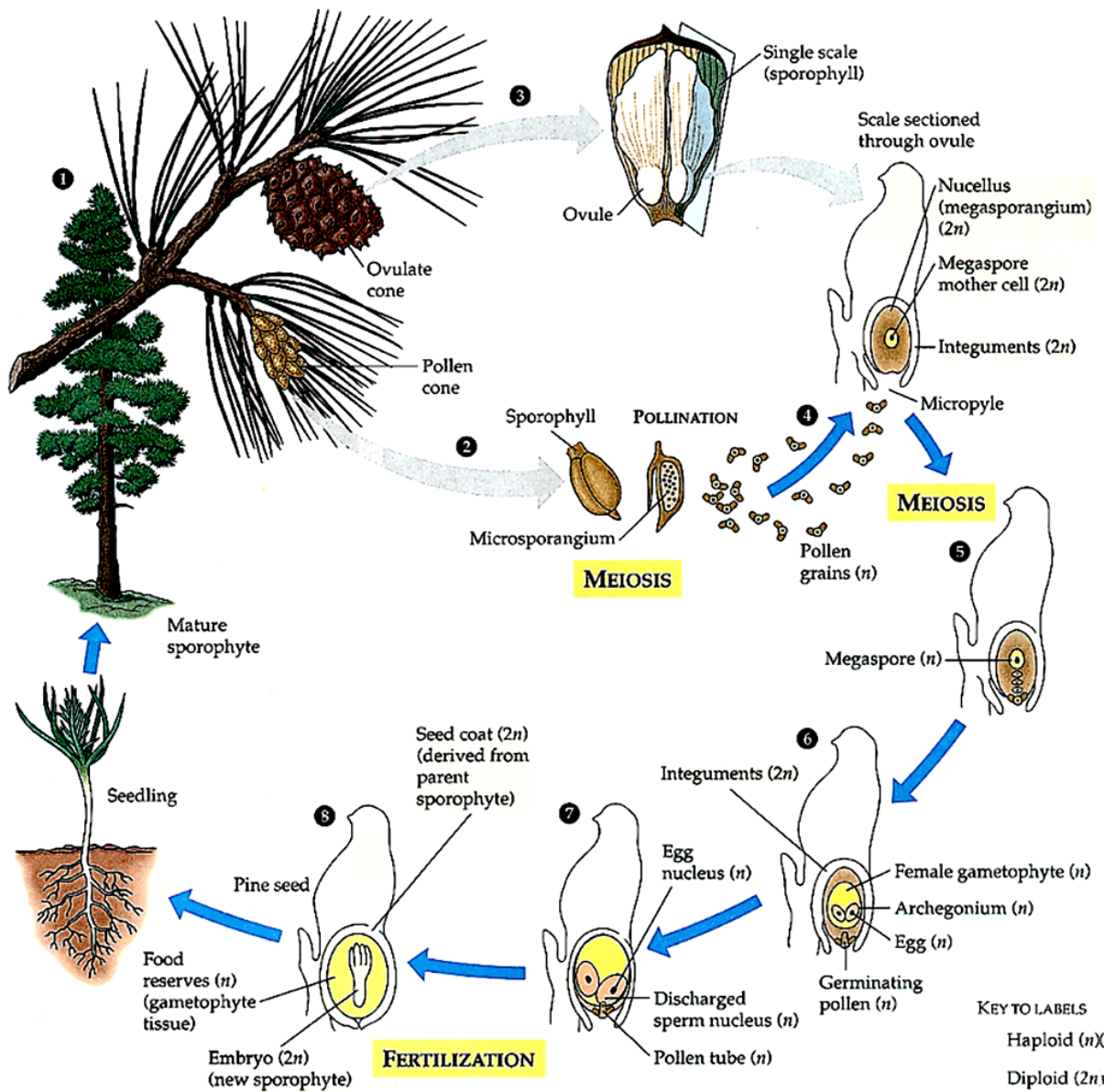
Les ptéridophytes : les fougères.

*The vascular plants have specialized transporting cells xylem (for transporting water and mineral nutrients) and phloem (for transporting sugars from leaves to the rest of the plant). When we think of plants we invariably picture vascular plants. Vascular plants tend to be larger and more complex than bryophytes, and have a life cycle where the sporophyte is more prominent than the gametophyte. Vascular plants also demonstrate increased levels of organization by having organs and organ systems.*





Les spermatophytes : Les gymnospermes et les angiospermes :

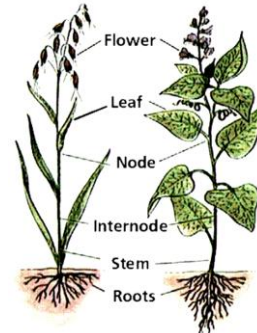


A chacune de ces catégories correspond des inventions remarquables par rapport à la colonisation de la terre ferme, par rapport à la quête de l'indépendance de l'eau.

En millions d'année, la colonisation de la terre ferme et la diversification a pris, environ, un peu moins de **500 000 millions** d'années. C'est à partir de ce moment que l'on voit une  $\searrow$  de la pression partielle en **CO<sub>2</sub>** (*substrat métabolique*). L'enzyme responsable du métabolisme de ce substrat : la **rubisco**, dans le cycle de Calvin (*c'est l'enzyme la plus abondante sur la planète*).

Les 1<sup>er</sup> ancêtres de végétaux connues sont les mousses, elles sont non vasculaires. L'apparition de vaisseaux poussera les plantes à la croissance. Tant que ce type d'échange n'existe pas, les plantes doivent compter sur la simple diffusion des liquides et des gaz et restent donc plus petites. Ces premières plantes sont les bryophytes, représentant les formes les plus archaïques. Par la suite les vasculaires sont apparus. Ce sont les ptéridophytes, par exemple. Ces plantes vasculaires évolueront par la suite en plantes à graine :

- A graine nues : les gymnospermes
- Et à graine entouré de fruit : les angiospermes.



A chaque étape il y a un ajout supplémentaire par rapport à l'indépendance de l'eau. A chaque fois, l'évolution du stade précédent est gardée. L'algue verte est probablement l'ancêtre commun. Les angiospermes sont les plus diversifiés, le fait d'être les plus indépendants par rapport à l'eau a permis cette explosion de diversité par rapport à l'occupation du terrain. La première plante qui va se développer essentiellement sous forme de gamétophytes (*c'est à dire haploïde*). C'est une évolution que de favoriser la diploïdie.

Les 4 évolutions majeures sont :

- chez les bryophytes : la diploïdie est spontanée et rudimentaire. Le sporophyte vit au sein du gamétophyte. Il présente une cuticule cireuse.
- Chez les ptéridophytes : c'est l'inverse : inversion de la prépondérance haplodiplophasique : le gamétophyte est rudimentaire contrairement au sporophyte en grande quantité.
- Chez les spermatophytes : le gamétophyte, rudimentaire, se développe au sein du sporophyte.

*Chez les bryophytes, le sporophyte est rudimentaire en temps et en taille et c'est l'inverse chez les spermatophytes.*

Les Mousses : on voit majoritairement le gamétophyte qui est photosynthétique. Les bryophytes sont par définition avasculaires donc pas de racine et petite plante. Les racines font suite à l'invention des vaisseaux pour transporter dans la partie collinaire les liquides et nutriments puisés dans le sol. Les premières plantes ont colonisé la terre ferme et sont restées très proche de sols aquatiques (*donc se développent dans des zones très humides*). Elles ont un cycle largement haploïde. Elles ne dépassent pas **15 cm** de haut. Elles peuvent avoir des structures ressemblant à des racines pas pour l'absorption de l'eau mais pour un arrimage. Au sein de la mousse, du gamétophyte, on voit le sporophyte qui se développe. On ne fait pas de  $\neq$  entre le male et la femelle, par contre, à un moment donné, le sommet va se différencier. Le gamétophyte est haploïde.

**Q : un gamétophyte va produire des gamètes par mitose ou par méiose ?**

**R : par mitose.** La méiose a pour objectif de réduire le nombre de chromosome et la quantité d'ADN pour permettre la rencontre des gamètes. Donc les gamètes du gamétophyte sont obtenus par mitose !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

Les gamétophytes vont se différencier, une partie qui va produire des gamètes males : **les anthéridies** et une partie qui va produire les gamètes femelles : **les archégones**. Par différenciation et division mitotique, le gamétophyte produit des organes dont les  $\zeta$  ayant le même génotype vont acquérir les caractéristiques de gamètes.

**Les anthérozoïdes** sont équipés de flagelle, qui leur donne une motilité. Cela lui permet de trouver l'**oosphère**, les gamètes femelles sont immobiles. L'archégone contient l'ovule formé par mitose lui aussi. Le gros problème que les plantes ont dû résoudre en sortant de l'eau (*assèchement, évaporation*), et ceci en inventant une substance cireuse : la cuticule cireuse. Elle double la paroi cellulaire et permet à l'organisme de survivre de manière non immergée mais dans une atmosphère saturée en molécules d'eau. Pour éviter le dessèchement, à l'extérieur, les bryophytes vont préférer vivre à l'ombre, du coup, il n'est pas trop obligé de devenir diploïde car pas de pression évolutive. Les mousses se sont limitées à un environnement non hostile. La reproduction de manière sexuée est plus complexe du coup.

La caractéristique importante des  $\zeta$  végétales est la totipotence (*propriété que garde certaines  $\zeta$  de se différencier en quasi toutes les  $\zeta$  de l'organisme : protection contre les agressions physicochimique*).

Il faut absolument de l'eau afin que l'anthérozoïde puisse nager vers l'archégone, par chimiotactisme. Le zygote formé récupère la diploïdie. c'est un organisme nouveau. Ce zygote, sporophyte diploïde, va grandir. Très rapidement, il va subir la différenciation par méiose dans le sporange, formant des spores haploïdes. C'est une espèce de sporulation, état transitoire où la vie est au ralenti... La spore va germer et différenciation en gamétophyte.

Un des modes de dissémination des bryophytes est l'explosion du sporange, libérant des milliers de petites spores qui vont se disséminer par le vent.

Le gamétophyte peut se différencier en male ou en femelle. La reproduction sexuée se fait à des moments particuliers, notamment avant des saisons difficiles. La reproduction sexuée et production de spores résistant. Les spores vont être une forme d'adaptation à des conditions d'environnement peu favorable pour la croissance. L'eau est indispensable pour la reproduction sexuée des mousses.

**Q : choisir la bonne réponse : le sporophyte, le sporange : cette structure comprend des cellules haploïde et diploïdes ...**

**R : faux : le pourtour du sporange est diploïde par contre à l'intérieur il y a des  $\zeta$  haploïdes ayant toutes des génomes  $\neq$ .**

Les bryophytes ont un cycle haploïde dominant : la seule invention pour être indépendant par rapport à l'eau, c'est la cuticule cireuse, ils ont toujours besoin d'eau pour se reproduire et pour ne pas s'assécher, elles vivent à l'ombre et dans des endroits majoritairement humide.



Les trachéophytes bénéficient de l'invention de la vascularisation, ce sont les plantes vasculaires qui vont se spécialiser. Contrairement au système circulatoire animal, ici on a 2 systèmes complètement séparés.

- Un système qui pompe l'eau et l'amène à la partie collinaire. Invention des racines (*parfois aérienne dans des endroits ou hygrométrie à 100%*). Ce sera le système de transport de la sève brute : c'est le xylème : vx transportant l'eau et les minéraux.
- Un autre système, dans le sens opposé et qui va pouvoir amener au système racinaire, enterré et ne faisant donc pas la photosynthèse, les matières organiques nécessaires à sa survie. C'est la sève élaborée, du suc. C'est le phloème.

C'est essentiellement l'évaporation et la capillarité avec les forces d'adhérence et de cohésion qui permettent les mouvements de fluides.

Le cycle des ptéridophytes : Le sporophyte domine.

Avant l'automne, la reproduction sexuée domine. Les  $\zeta$  diploïdes à la face ventrale des feuilles (*des fers*), vont se différencier pour former des sporanges. Ce sont des structures colorées, en agrégats (*cela forme les sores*). Dans le sporange, les  $\zeta$  vont subir la méiose pour former des spores. Ceux-ci vont se différencier en gamétophytes : **les prothalles**. Ces structures ne ressemblent pas du tout à la fougère.

ce gamétophyte est hermaphrodite, il porte en lui la polarité mâle et femelle. Cela provient de la prolifération par mitose et de la différenciation à partir d'une spore haploïde. Toutes ces  $\zeta$  auront le même génome mais une partie de différencie en **archégone** et en **anthéridie**. Ces parties vont produire les gamètes. Cette particularité entraîne un problème : le même génome risque de se recombiner en un seul génome (*risque d'autofécondation*). Si les **anthérozoïdes** fécondent l'**oosphère** du même prothalle, la recombinaison génétique est futile. Pour éviter cette autofécondation, la maturation des anthéridies et de l'archégone ont été différées. Pour le même prothalle, ce n'est pas la même maturité. Il y a très peu d'auto-fertilisation.

Une fois fertilisé, le sporophyte diploïde se développe en formant des racines permettant à la plante d'être plus volumineuse :  $\nearrow$  des échanges d'eau et de sels minéraux. Les clusters (*assemblage*) se trouvent au niveau de la face ventrale des fers. Il y a des  $10^N$  d'espèces de fougères différentes.

Les sporanges ne produisent pas les gamètes par méiose, ils produisent des spores qui donnent des gamétophytes qui, plus tard, donneront des gamètes.

Q : la méiose produit des gamètes à chaque fois ?

R : faux

Q : c'est dans les sores que l'on trouve des  $\zeta$  haploïde diploïde, les  $\zeta$  ont le même génome.



R : vrai et faux : on trouve les 2 types de  $\zeta$  mais les  $\zeta$  n'ont pas le même génome vu qu'il y a eu méiose.

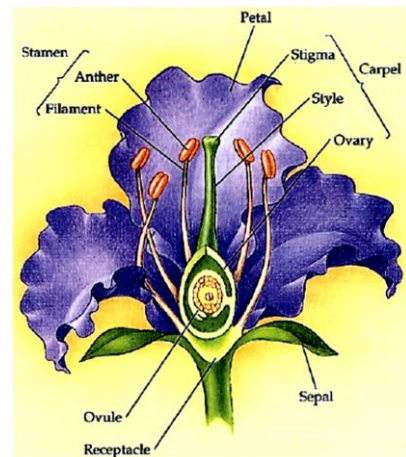
Les spermatophytes prouvent l'indépendance de la fécondation par rapport à l'eau : invention des graines. Les grains de pollens sont produits par les plantes les plus évoluées. Utilisation de la voie aérienne.

Q : Invention par rapport à l'indépendance de l'eau qui est le fait des trachéophytes ?

R : les vaisseaux

Gymnosperme : spermatophyte à graine nue (*le zygote sporophyte, alors que le grain de pollen est le gamétophyte male*).

Angiosperme : graines entourées d'une pulpe sporophyte utilisée pour le transport. Cela forme le fruit. De plus, il y a création de la fleur. C'est un organe révolutionnaire dans le transport des gamètes : utilisation des insectes, ou petits animaux allant de fleur en fleurs pour la dissémination. Le monde végétal a utilisé des nombreux stratagèmes pour attirer les animaux (*nectar, couleur, odeur, etc...*). La partie Gamétophyte est extrêmement protégée. L'invention de la graine et du grain de pollen a ouvert, de manière illimitée, la terre ferme au monde végétal : celui-ci va monter en altitude. Plus on monte, plus les UV sont agressifs (*moins de couche de gaz dissipant ceux-ci*). Les végétaux en altitudes ont une plus grande vulnérabilité donc la protection est poussée au maximum, en adoptant une diploïdie maximale. L'ovule va rester en place en attendant que le gamète mâle prenne tous les risques.



Q : en quoi un grain de pollen a un impact sur la santé ?

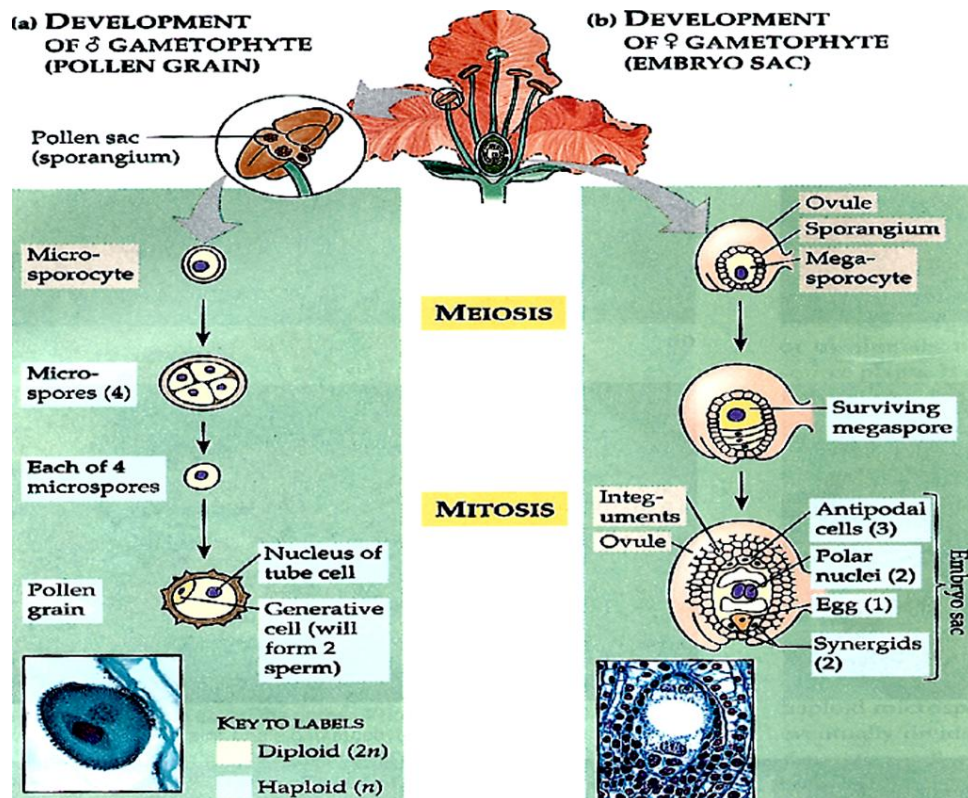
R : réaction allergique au niveau des voies respiratoires, ils peuvent engendrer une réponse inappropriée immunitaire. Cela peut aller jusqu'à l'asthme voir à la mort (choc anaphylactique).

Le Pollen est une spore haploïde transportée par l'air. Les grains de pollen sont des gamétophytes. La graine est sporophytique, c'est un dizygote (*c'est un état de vie en suspension due à la dessiccation permettant de garder les graines en attendant un environnement ou période favorable*).

Les gymnospermes ont des graines nues. Ils n'ont pas de fruit. Ces graines vont être portées par les organes des gymnospermes dans leur version sporophytes, sous forme de cônes (*les pommes de pins par exemple*). Par ex. les séquoias : ce sont des végétaux spermatophytes ayant des graines nues, les conifères sont des gymnospermes ayant des cônes mâles et femelles

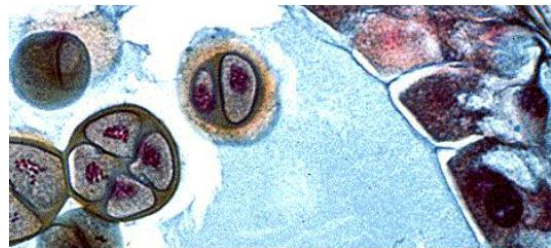
Le même sporophyte porte à la fois le cône male et le cône femelle : les gymnospermes sont aussi hermaphrodite. On va avoir, au niveau de ces organes, la méiose. Le sporophyte va se développer dans le cône mâle et va, par méiose, produire les grains de pollen haploïdes : les gamétophytes. Ils sont pourvus de système leur permettant de voler. En même temps, dans le cône femelle, il y a

différenciation et production de gamétophytes, puis par mitose, donnent les mégaspores (*et par méiose, cela donne l'ovule*).



The ovary contains one or more ovules, which in turn contain one female gametophyte, also referred to in angiosperms as the embryo sac. Some plants, such as cherry, have only a single ovary which produces two ovules. Only one ovule will develop into a seed.

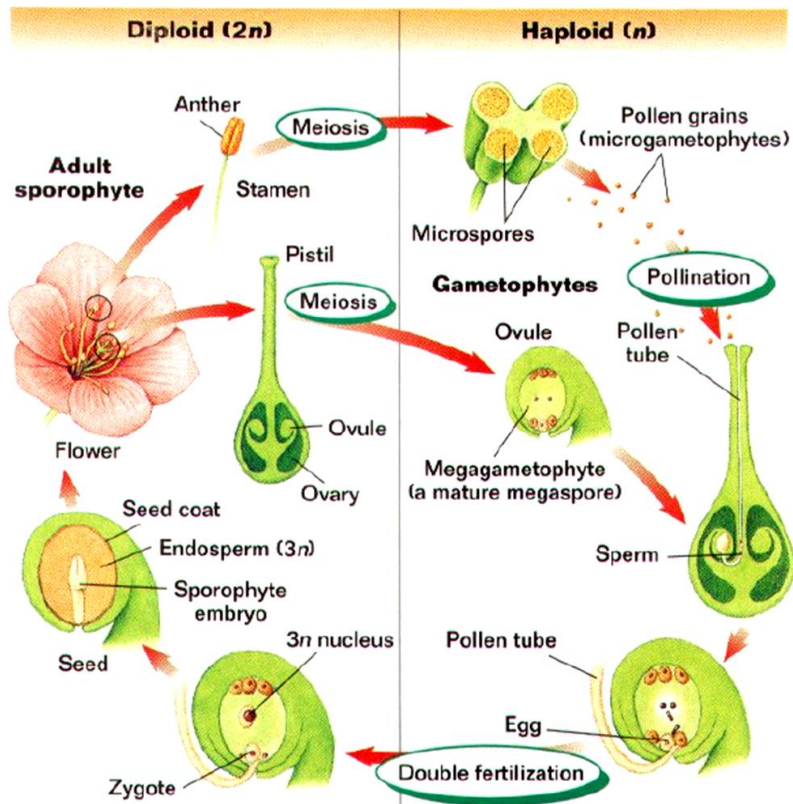
Pollen grains (from the greek palynos for dust or pollen) contain the male gametophyte (microgametophyte) phase of the plant. The outer part of the pollen is the exine, which is composed of a complex polysaccharide, sporopollenin. Inside the pollen are two (or, at most, three) cells that comprise the male gametophyte.. Division of the germ cell can occur before or after pollination.



Il y a une différence majeure entre les prothalles hermaphrodites des ptéridophytes et les cônes mâles et femelles des gymnospermes. Chez les derniers, il y a plus de chance d'avoir une diversité car la méiose se passe dans les cônes mâles et les cônes femelles. Il y a aussi une astuce pour éviter l'autofécondation. les cônes mâles sont en dessous des cônes femelles. L'autofécondation ne pourra s'opérer que lors de turbulence extrêmes (*En mettant les cônes femelles au dessus : on évite de manière très significative les risques d'autofécondation*). La dissémination est réalisée par le vent principalement.

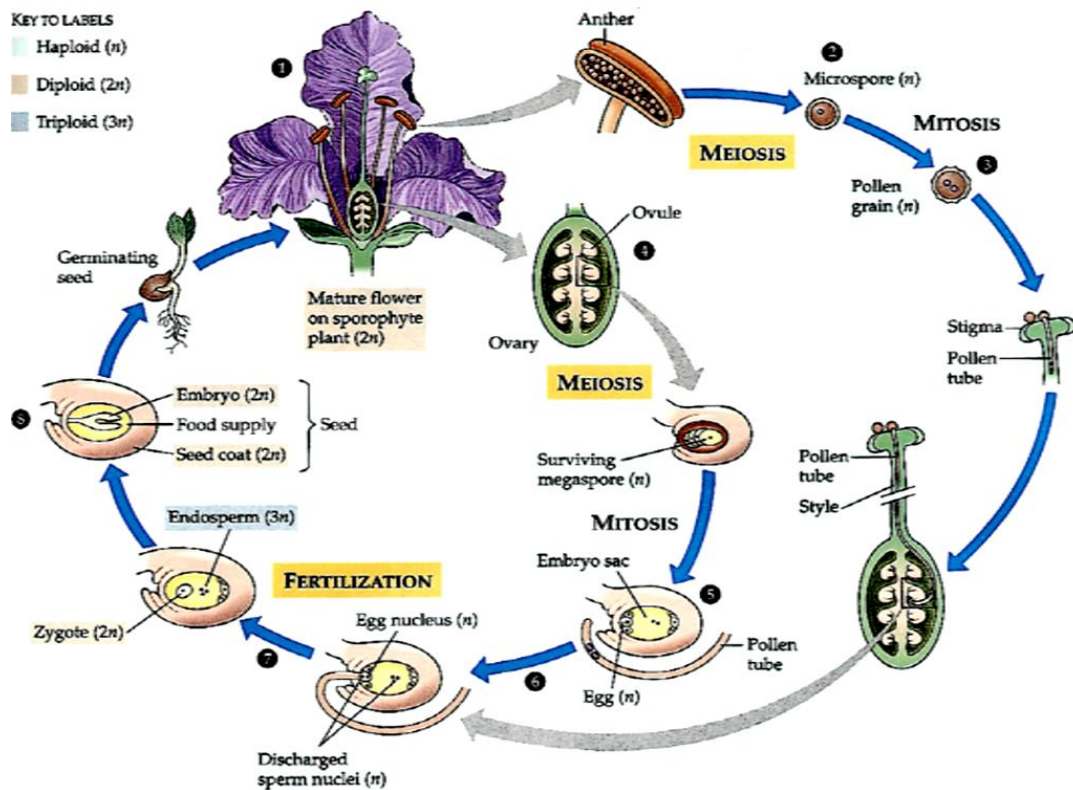
A la saison de la pollinisation, beaucoup d'allergie se manifestent car une grande quantité de grains de pollen se trouvent dans l'air (*la chance de trouver un ovule reste faible : donc compensation*).

par la quantité de pollen). La méga-sporange va subir la méiose. C'est un sporophyte qui donne le méga-spore, qui est un gamétophyte qui, par division mitotique, donne l'ovule qui sera fécondé par une microspore. La fécondation : formation d'une graine (*dispersion par le vent...*).



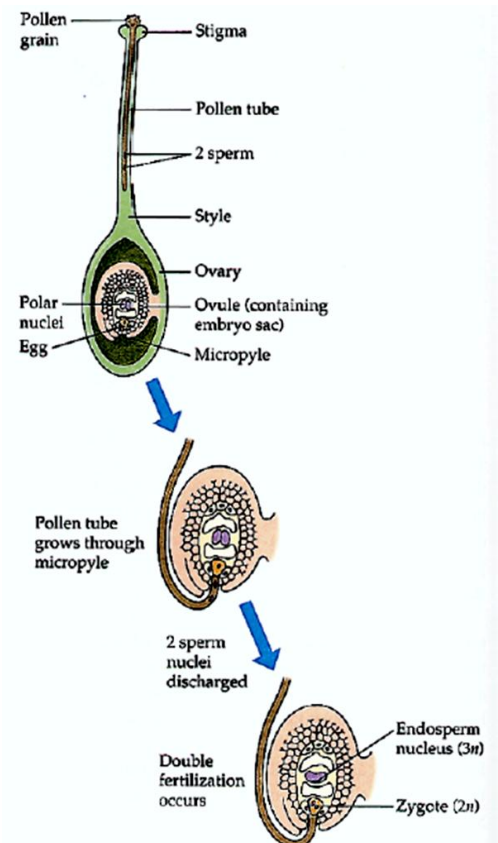
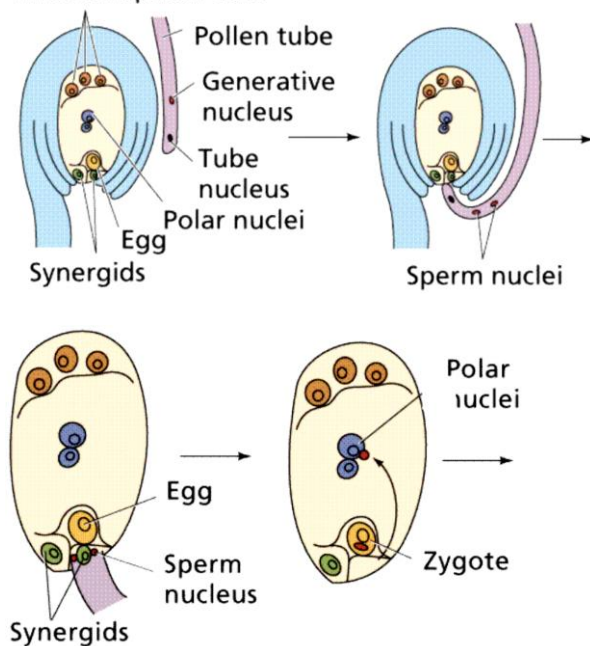
Les angiospermes : Plantes à fleur





Pour les Gymnosperme, la rencontre entre le grain de pollen et ovule est réalisée essentiellement par le vent. Pour les angiospermes, par contre, il y a utilisation de moyens sophistiqués pour le transport des graines et grain et invention du fruit. Ce sont des procédés non aqueux pour la reproduction sexuée. Les durées de vies sont très variables, cela peut être annuel à des centaines !

### Three antipodal cells

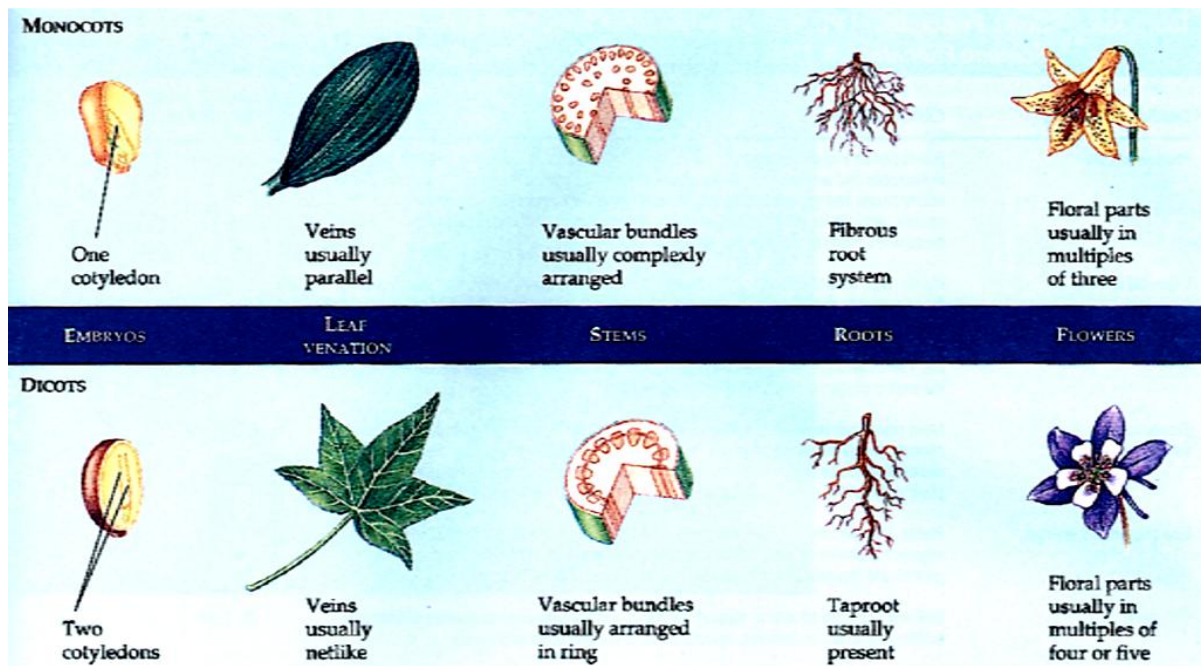
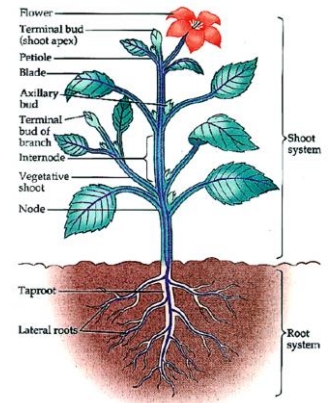
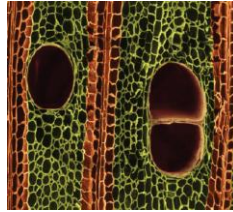




Ils ont gardé la cuticule, exclusivement réservé à la partie collinaire (*les racines doivent puiser l'eau*). Il y a conservation des vaisseaux, indépendance de l'eau par rapport à la reproduction en développant des systèmes de dissémination des zygotes grâce à l'invention du fruit.

Dans les angiospermes :

- Monocotylédones
- Dicotylédones



Le mode de transmission : les végétaux vont utiliser aussi bien les insectes que les petits animaux (*comme le colibri : plus petit oiseaux qui sait faire du surplace...*). Les fleurs produisent un nectar très profondément donc cela permet à la fleur de déposer du pollen sur le bec. Idem avec des abeilles, un système faisant intervenir une régulation osmotique induisant un mouvement rapide permettant aux étamines de se frotter sur le dos de l'abeille et l'abeille part avec ses grains de pollen. Quand l'abeille va dans une fleur femelle c'est le pistil qui va faire cela.